

**UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI**

**Programa de Pós-Graduação em Zootecnia**

**Keila Abadia Barbosa**

**AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DO FARELO DE CRAMBE PARA CODORNAS DE  
CORTE**

**Diamantina - MG  
2016**

**Keila Abadia Barbosa**

**AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DO FARELO DE CRAMBE PARA CODORNAS DE  
CORTE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Sandra Regina Freitas Pinheiro

**Diamantina - MG  
2016**

Ficha Catalográfica – Serviço de Bibliotecas/UFVJM  
Bibliotecário Anderson César de Oliveira Silva, CRB6 – 2618.

B238a	<p>Barbosa, Keila Abadia Avaliação nutricional do farelo de crambe para codornas de corte / Keila Abadia Barbosa. – Diamantina, 2016. 46 p. : il.</p> <p>Orientador: Sandra Regina Freitas Pinheiro</p> <p>Dissertação (Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia) - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.</p> <p>1. Alimentos alternativos. 2. Digestibilidade. 3. Proteína bruta. I. Título. II. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.</p> <p style="text-align: right;"><b>CDD 636.594</b></p>
-------	---

Elaborado com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Keila Abadia Barbosa

**AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DO FARELO DE CRAMBE PARA  
CODORNAS DE CORTE**

Dissertação apresentada ao  
Programa de Pós-Graduação em  
Zootecnia, nível de Mestrado,  
como parte dos requisitos para  
obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Sandra  
Regina Freitas Pinheiro

Data da aprovação 16/03/2016

  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Debora Cristine de Oliveira Carvalho – UNIVASF

  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Cristina Moreira Bonafé – UFVJM

  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Sandra Regina Freitas Pinheiro – UFVJM

Diamantina

Aos meus pais, José Batista Barbosa (*In Memoriam*) e Benedita Bento Barbosa,  
Irmãos, sobrinhos e companheiro

*DEDICO.*

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por sempre me mostrar os melhores caminhos a seguir.

À minha Mãe, obrigada por ser compreensiva, por todo apoio, incentivo e preocupação.

Aos meus irmãos e cunhada pelo apoio e paciência.

Aos meus tios e primos, pelo apoio e amor incondicional.

À Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, pela formação.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pela concessão de bolsa de estudo.

À professora Dr<sup>a</sup> Sandra Regina Freitas Pinheiro, pelos ensinamentos, compreensão, orientação e pela confiança.

À banca Examinadora: professoras Dr<sup>a</sup> Sandra Regina Freitas Pinheiro, Dr<sup>a</sup> Cristina Moreira Bonafé e Dr<sup>a</sup> Débora Cristine de Oliveira Carvalho, agradeço.

Aos professores da UFVJM, pelos ensinamentos.

Aos amigos que sempre estiveram ao meu lado: Kárito Augusto, Zafenathy, Kelly, Diego Fernandes, Graziela Tarôco, Anderson, Pilar Rodrigues, Aline, Débora, Natália (Gaúcha), entre outros.

Aos técnicos: Elizzandra Gandini, Elizângela Aparecida Saraiva e Geraldo Rodrigues, pela paciência e disposição.

Aos funcionários do setor de avicultura: Zezinho e Cláudio.

À minha colega de mestrado Dayane Vieira, com quem dividi minhas dúvidas, angústias, tristezas e alegrias. Além de tudo tomou iniciativas de colaborar em todo o processo de abate; juntamente com outros colegas, formando uma equipe maravilhosa. Foram eles: Anderson, Kárito, Thiago, Henrique, Bruno, Gleydson, Rafaela e Dayane. Obrigado a vocês que colaboraram e se importaram com tudo. Este trabalho também é de vocês.

Ao meu companheiro Davi Eduardo, que me amparou e apoiou em todos os momentos difíceis desta caminhada.

A todos os meus amigos de perto ou longe, da graduação, da infância, e as amizades que construí nesse tempo que estive aqui em Diamantina, que contribuíram de alguma forma para a realização desse trabalho e conclusão desse período tão especial e inesquecível em minha vida!!

Agradeço de coração!!



“Busque agir para o bem, enquanto você dispõe de tempo. É perigoso guardar uma cabeça cheia de sonhos, com as mãos desocupadas”.

Chico Xavier



## **BIOGRAFIA**

**KEILA ABADIA BARBOSA**, filha de José Batista Barbosa e Benedita Bento Barbosa, nasceu em 15 de agosto de 1973, na cidade de Piracanjuba - GO. Mudou-se para Uberaba em 1988.

Em Agosto de 2012, graduou-se em Zootecnia pelo Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro (IFTM), Campus Uberaba. No ano de 2014 iniciou o curso de mestrado do Programa de Pós Graduação da Zootecnia, da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, na área de Produção Animal, linha de pesquisa Nutrição de Monogástricos, submetendo-se à defesa de dissertação em 16 de março de 2016.

## RESUMO

Objetivou-se avaliar a energia metabolizável aparente (EMA), a energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) e o coeficiente de metabolização aparente da energia bruta (CMAEB) do farelo de crambe e sua inclusão em rações para codornas de corte sobre o desempenho, características de carcaça e análise de rentabilidade econômica. O primeiro experimento foi realizado para a determinação da EMA, da EMAn e o CMAEB pelo método de coleta total de excretas. Para isso utilizou-se 315 codornas de corte machos, com 42 dias de idade, durante 10 dias, distribuídas em três tratamentos, sendo T1: ração referência (RR); T2: 80% RR + 20% de farelo de crambe e T3: 70% RR + 30% de farelo de crambe, com sete repetições de 15 aves por unidade experimental. Para o segundo experimento foram utilizadas 390 codornas, *Coturnix coturnix*, da linhagem LF1, machos e fêmeas, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e seis repetições de 13 aves por unidade experimental. As fases experimentais foram divididas em inicial (8 a 21 dias) e de crescimento (22 a 35 dias de idade). Os níveis de substituição de parte da proteína da ração pela proteína do farelo de crambe foram: 0, 3, 6, 9 e 12%. Para o primeiro experimento os valores obtidos de EMA, EMAn e CMAEB foram de 2445,58 kcal; 2197,29 kcal e 51,97%, respectivamente, para a ração teste T2. Para ração teste T3, obteve-se para EMA, EMAn e CMAEB os valores de 1772,18 kcal; 1592,25 kcal e 37,66%, respectivamente. Para o segundo experimento observou-se que não houve diferenças significativas pela substituição de parte da proteína bruta da ração pela proteína do farelo de crambe sobre o desempenho das codornas nas fases inicial e de crescimento. Recomenda-se a substituição de parte da proteína da ração pela proteína do farelo de crambe até o nível de 12%, por não influenciar negativamente no desempenho das codornas de corte. Pela análise de rentabilidade o nível de 6% de substituição de parte da proteína da ração pela proteína do farelo de crambe apresentou o melhor resultado.

Palavras-chave: Alimentos alternativos. Digestibilidade. Proteína bruta.

## ABSTRACT

This study aimed to evaluate the apparent metabolizable energy (AME), the corrected apparent metabolizable energy (AMEn) and apparent metabolization coefficient of gross energy (AMCGE) of crambe meal and their inclusion in diets for meat quails on performance, carcass features, and economic profitability analysis. The first experiment was conducted to determine the AME, the AMEn and AMCGE by the total excreta collection method. Three hundred and fifteen male meat quails with 42 age days, during 10 days, distributed in three treatments, T1: basal diet (BD); T2: 80% BD + 20% crambe meal and T3: 70% BD + 30% crambe meal, with seven replicates and fifteen birds each. For the second experiment, three hundred and ninety quails, *Coturnix coturnix*, the LF1 strain, male and female, were distributed in a completely randomized design, with five treatments and six repetitions with thirteen birds each. Experimental phases were divided into initial phase (8 to 21 days) and growing phase (22 to 35 days of age). The replacement levels of feed protein by crambe meal protein were 0, 3, 6, 9 and 12%. For the first experiment AME, AMEn and AMCGE values were 2445.58 kcal, 2197.29 kcal and 51.97%, respectively, to feed test T2. To feed test T3, was obtained for AME, AMEn and AMCGE values of 1772.18 kcal, 1592.25 kcal and 37.66%, respectively. For the second experiment there were no significant differences by dietary crude protein replacing part by crambe meal protein on the quails performance in the initial and growing phases. It is recommended to replace part of the feed protein at level 12% of crambe meal, not influencing negatively the meat quails performance. For the profitability analysis the replacement level of 6% crambe meal have better results.

Keywords: Alternative foods. Crude protein. Digestibility.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição percentual e calculada da dieta referência para codornas de corte.....	25
Tabela 2 - Composição química, energética e concentração de aminoácidos totais do farelo de crambe.....	28
Tabela 3 - Valores de energia bruta (EB), energia metabolizável aparente (EMA), energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) e coeficiente de metabolização aparente da energia bruta (CMAEB) do farelo de crambe determinadas com codornas de corte.....	29
Tabela 4 - Composição nutricional das rações experimentais para codornas de corte de 1 a 7 dias de idade.....	37
Tabela 5 - Composição nutricional das rações experimentais para codornas de corte de 8 a 21 dias de idade.....	38
Tabela 6 - Composição nutricional da ração experimental para codornas de corte de 22 a 35 dias de idade.....	39
Tabela 7 - Temperatura ambiente média (mínima e máxima) registrada dentro da instalação e taxa de mortalidade.....	41
Tabela 8 - Médias de desempenho de codornas de corte alimentadas com substituição de parte da proteína bruta da ração pela proteína do farelo de crambe.....	42
Tabela 9 - Valores médios de rendimento de peito (RP), de coxa + sobrecoxa (RC+SC) e de carcaça (RC) de codornas de corte alimentadas com níveis de substituição de parte proteína bruta da ração pela proteína do farelo de crambe.....	43
Tabela 10 - Análise de rentabilidade econômica das rações experimentais de codornas de corte alimentadas com níveis de substituição de parte da proteína bruta da ração pela proteína farelo de crambe aos 35 dias de idade.....	44

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL .....	i
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	14
2.1 – A Coturnicultura Brasileira.....	14
2.2 – Uso do Farelo de Crambe ( <i>Crambe Abyssinica</i> ) na Alimentação Animal .....	15
2.3 - Fatores Antinutricionais do Crambe.....	16
2.4 - Referências Bibliográficas.....	19
3. ARTIGO I .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
Digestibilidade do Farelo de Crambe na Alimentação de Codornas de Corte .....	21
1. Introdução.....	23
2. Material e Métodos .....	24
3. Resultados e Discussão.....	28
4. Conclusão.....	30
5. Referências bibliográficas.....	31
4. ARTIGO II.....	33
Desempenho e Características de Carcaça de Codornas de Corte Alimentadas Com Farelo de Crambe .....	33
1. Introdução .....	35
2. Material e Métodos .....	36
3. Resultados e Discussão .....	41
4. Conclusão .....	45
5. Referências bibliográficas .....	46



## 1. INTRODUÇÃO GERAL

A criação de aves recebe inúmeras cobranças quanto à eficiência do sistema ou se o mesmo oferece riscos econômicos aos produtores. Além da qualidade do produto que é exigida pelos mercados, para garantia da segurança alimentar; ainda existe a preocupação em produzir com baixo custo. Dos alimentos utilizados na formulação, 90% são representados pelos ingredientes milho e soja, *commoditys* sujeitas às grandes variações de preço no mercado.

Uma tentativa de redução dos custos das rações é o uso das fontes alternativas de alimentos, ou seja, os subprodutos de indústrias. Nesse sentido, pesquisas são desenvolvidas permitindo a utilização de novos ingredientes, sem alterar o desempenho e a qualidade dos produtos gerados (carne e ovos). O uso de subprodutos da indústria visa a redução dos custos na criação de aves em certas épocas do ano, ou em regiões onde exista a dificuldade de aquisição de alguns insumos comumente utilizados na alimentação dos animais de produção (CUNHA et al., 2006).

O crambe (*Crambe abyssinica*) é uma cultura pouco difundida no Brasil, mas está sendo constantemente estudado, como fonte de biodiesel, e seu subproduto, o farelo, possui um bom teor de proteína, e pode ser aproveitado para alimentação animal, o que contribui para um sistema de produção sustentável, reduzindo a poluição ambiental. Após o processamento dos grãos para a extração do óleo, a biomassa resultante ainda contém uma quantidade considerável de lipídeos, que pode ser utilizada para diversas finalidades, entre as quais, a utilização como fonte energética na alimentação de animais de produção.

Os trabalhos relativos à utilização desse resíduo como ingrediente para alimentação de codornas ainda são escassos. Dessa forma, este estudo foi conduzido com o intuito de avaliar a viabilidade de utilização desse subproduto na alimentação de codornas de corte e seus efeitos sobre a digestibilidade dos nutrientes, o desempenho e as características de carcaça, disponibilizando informações importantes para o meio acadêmico, científico e produtivo.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 – A Coturnicultura Brasileira

A coturnicultura tem se inserido na avicultura industrial, com o rápido desenvolvimento de novas tecnologias de produção, no qual as atividades antes consideradas de subsistência passaram a ocupar um cenário de atividade altamente tecnificada com resultados promissores aos investidores. Dentre as culturas zootécnicas, a coturnicultura tem se apresentado com o maior crescimento, e com um aumento de mais de 50% nos últimos 5 anos, registrando um efetivo de 15.567.634 aves e uma produção de ovos de 260,4 milhões de dúzias em 2011 (IBGE, 2012).

Na década de 90 uma variedade de codorna de corte deu entrada no país, por uma empresa comercial. A codorna de corte (*Coturnix coturnix*) ou codorna europeia abriu uma perspectiva no cenário nacional, principalmente porque permitiu atingir uma faixa diferente do mercado consumidor. As codornas europeias são especializadas na produção de carne, atingindo a maturidade sexual precoce (35 a 40 dias de idade), necessitando dessa forma, uma dieta que maximize a taxa de crescimento e o peso final da ave, para início da sua vida produtiva de ovos ou o abate (LIMA et al., 2011).

De modo geral, a nutrição corresponde a aproximadamente 75% dos custos de produção na criação de codornas, tornando-se essencial, o aproveitamento e a otimização do sistema, por meio da utilização de subprodutos da indústria (Brandão, 2011), diminuindo os custos e aumentando ao máximo o potencial produtivo dessas aves. Além da nutrição, programas de melhoramento genético são necessários para obtenção de linhagens para corte definidas, garantindo, assim, a produtividade dessas aves (GARCIA & PIZZOLANTE, 2004).

A utilização de subprodutos na alimentação tem sido constante em rações para frangos de corte e galinhas de postura, mas, mas na alimentação de codornas pouco se tem estudado. Considerando-se que essas aves apresentam diferenças fisiológicas e comportamentais, diferenciando-se das demais aves em eficiência alimentar e produtividade (Murakami & Furlan, 2002) deve-se avaliar esses subprodutos diretamente em rações para codornas.



## 2.2 – Uso do Farelo de Crambe (*Crambe Abyssinica*) na Alimentação Animal

Os animais são capazes de aproveitar alimentos alternativos ao milho e farelo de soja, e ainda assim obter bons desempenhos, transformando produtos de menor valor nutricional em produto de alto valor biológico e de alta qualidade (BERTECHINI, 2010). Entretanto, deve-se ficar atento a esses subprodutos e como eles serão usados, já que os mesmos devem ser seguros e economicamente viáveis, além de permitir desempenho semelhante aos proporcionados pelos ingredientes tradicionais.

O farelo de crambe surge como uma opção para as regiões onde a oleaginosa é produzida, pois os subprodutos para serem aproveitados nas criações animais devem apresentar qualidade nutricional, preços baixos e devem estar próximos das granjas que irão utilizá-los como alimento, devido aos altos custos de transporte e da mão de obra utilizada.

O processo de extração do óleo gera subprodutos com diferentes composições nutricionais, ou seja, por extração mecânica obtém-se a torta que possui uma concentração maior de óleo em torno de 19%, apresentando dessa forma um valor energético superior ao farelo de crambe. Esse, no entanto, pode ser obtido a partir da extração com solvente, sendo mais eficiente na remoção do óleo. Os farelos geram um resíduo bastante inferior de óleos, da ordem de 1,5%, resultando em maior teor de proteína bruta (ANDERSON et al., 2000; RAKSHIT et al., 2008). A cultura do crambe tem despertado interesse dos produtores, por ser mais uma alternativa para a safrinha, semeada após a colheita da soja em meados de março e abril.

O farelo de crambe foi estudado como fonte de proteína para a alimentação de bovinos (Perry et al., 1979), por ser rico em aminoácidos como a cisteína, metionina, lisina e treonina, que são normalmente deficientes em outros cereais. O grão inteiro apresenta entre 26 a 40% de óleo, e a extração mecânica pode retirar em média 70% do óleo total, resultando na torta de crambe. Já o farelo de crambe permanece com um teor de óleo em torno de 2 a 4% e o nível proteico varia de 35 a 40% (PITOL et al., 2010).

Pietro (2013) trabalhando com quatro níveis de substituição da proteína do farelo de soja pela proteína do farelo de crambe (6, 12, 18 e 24%) para tilápia do Nilo, observou que dentre os parâmetros avaliados, os peixes que receberam a ração com 24% de farelo de crambe apresentaram menor ganho de peso diário e a conversão alimentar para os níveis de substituição de 12 e 24% apresentaram piores resultados que a ração controle.

Sobre os efeitos da substituição do farelo de soja pelo farelo de crambe na alimentação de bovinos leiteiros, Herculano (2013), trabalhando com a relação volumoso: concentrado de 60:40 na matéria seca, sendo os níveis de substituição de 33, 66 e 99% do concentrado na dieta, concluiu que o farelo de crambe tem potencial para substituir totalmente o farelo de soja na dieta de bovinos leiteiros. Entretanto, a recomendação da quantidade de farelo de crambe deve ser observada em função da idade do animal.

Os animais geralmente possuem diferenças quanto à capacidade de tolerância aos fatores antinutricionais dos alimentos. Böhm et al. (2005) em um ensaio com suínos utilizando o farelo e a torta de crambe nos níveis de 5 e 10% de substituição na dieta basal, observaram uma predisposição para distúrbios digestivos quando os suínos foram alimentados com nível 10% de inclusão de farelo de crambe, mas para as avaliações de desempenho não houve alterações em relação à ração controle.

Informações quanto aos efeitos fisiológicos provocados pela utilização do farelo de crambe nos animais e a influência dos mesmos no desempenho por fase de criação, ainda são insuficientes. Portanto, há necessidade de aprofundar as avaliações dos possíveis efeitos ocasionados pelo uso do farelo de crambe em animais de produção.

### **2.3 - Fatores Antinutricionais do Crambe**

A maioria dos alimentos utilizados na alimentação de monogástricos apresentam algum tipo de fator antinutricional, mas com a utilização de enzimas ou tratamentos industriais, esses alimentos fazem parte da dieta de várias espécies sem causar transtornos alimentares. A soja é considerada o alimento proteico mais utilizado nas rações de animais de produção, porém a mesma se ofertada *in natura* apresenta inúmeras substâncias antinutritivas que são prejudiciais ao desempenho animal.

Após o desenvolvimento de tecnologias, como a extrusão e a tostagem alguns compostos como os inibidores de proteases e lectinas são inativados, tornando os subprodutos da soja passíveis de uso na alimentação de animais monogástricos. Outras oleaginosas (canola, semente de girassol, nabo forrageiro etc.) estão sendo usadas na formulação de rações devido ao uso de técnicas de processamento que eliminam ou inativam as substâncias antinutricionais.

Assim como a soja, o crambe possui alguns fatores antinutricionais (glicosinatos, ácido erúico, fitatos etc.) que ainda não foram totalmente inativados nos farelos e tortas, e que de acordo com a espécie animal, podem alterar o metabolismo de outros nutrientes, complexando-se aos minerais e outros nutrientes importantes, impedindo assim o desenvolvimento do animal.

Dentre os fatores antinutricionais existem tipos diferentes de glicosinatos com distintos derivados, sendo eles os isotiocianatos, tiocianatos e nitrilas, considerados tóxicos para a pecuária, potencialmente causadores de danos hepáticos e em outros órgãos e, também, envolvidos com a redução da palatabilidade, diminuição do crescimento, da produção e perda de peso. Essas substâncias também afetam a disponibilidade de iodo, causam mudanças fisiológicas e morfológicas da tireóide, principalmente em animais não ruminantes (TRIPATHI & MISHRA, 2007).

No entanto, é conhecido que os glicosinatos e a enzima mirosinase são substâncias que quando mantidos em seus respectivos compartimentos celulares não causam danos ou efeitos tóxicos. Portanto, quando esses fatores tóxicos sofrem alguma ruptura e são liberados, eles formam novas substâncias. Essa união de compostos resulta na formação dos isotiocianatos, progoitrinas e nitrilas que se tornam altamente tóxicos aos animais (FRANCIS et al., 2001). O conteúdo de glicosinato na semente de crambe pode variar de 55 a 70  $\mu\text{mol g}^{-1}$ , enquanto que o farelo desengordurado e decorticado pode apresentar valores entre 50 a 160  $\mu\text{mol g}^{-1}$ , apresentando quantidade superior ao encontrado no farelo de colza (LIU et al., 1994).

Em ruminantes, os efeitos dos glicosinatos presentes no farelo de crambe, parecem não influenciar o organismo, principalmente em animais adultos, pois são degradados ou conjugados pelas bactérias ruminais. No entanto, em animais monogástricos podem causar alterações nos tecidos além de reduzir o consumo e o crescimento (WALLIG et al., 2002).

Outro fator antinutricional que está presente no farelo de crambe é o ácido erúico. Este se apresenta em maior quantidade e tem grande importância na indústria, pois é um potente lubrificante e inibidor de corrosão e também utilizado na manufatura da borracha sintética. Existem outras fontes de ácido erúico, além do crambe, a colza ainda é considerada a principal fonte comercial deste ácido (PITOL et al., 2010). Em trabalho realizado por Kramer et al. (1975) os autores afirmaram que a deposição de gordura no coração dos suínos está diretamente relacionada com a quantidade de ácido erúico na dieta, podendo se acumular em vários órgãos na forma de triacilglicerol.

Além dos fatores antinutricionais citados, o ácido fítico é um forte quelante e se configura entre os mais importantes, pois o mesmo atua complexando os minerais como  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{3+}$  e  $\text{Fe}^{3+}$ , entre outros, tornando-os indisponíveis para absorção. A maior porcentagem do ácido fítico se apresenta nas plantas na forma de fitato, forma na qual os animais monogástricos não conseguem metabolizá-lo e isso ocorre devido à falta da enzima fitase, que é capaz de hidrolisar os grupos fosfatados e liberar o fósforo. De acordo com Francis et al. (2001), esse fator antinutricional pode afetar o crescimento de tilápia, carpa e truta, limitando e indisponibilizando a proteína da dieta. Para o caso exclusivo da alimentação de animais monogástricos é comum o uso da fitase; uma enzima sintética capaz de disponibilizar o fósforo para absorção e aproveitamento pelo organismo animal.

Dentre os fatores antinutricionais mais importantes, o tanino é considerado o mais frequente nas oleaginosas. Esta substância possui ligações estáveis, além de obter maior afinidade para interação com as proteínas, formando um grupo de ligações que são capazes de complexarem com enzimas digestivas, inibindo dessa forma, o efeito das proteases no organismo animal, além de inibirem as enzimas ligadas aos carboidratos e aos lipídeos (CARVALHO, 2007).

Magalhães et al. (1997) afirmaram que as proteínas salivares e de mucosas que são ricas em prolina apresentam grande capacidade de ligação com o tanino condensado, e quando animais são alimentados com dietas contendo alto teor de tanino apresentam hipertrofia da glândula parótida, isso ocorre em razão do aumento da produção de secreções destas glândulas.

Em estudo realizados com aves, Ortiz et al. (1994), avaliaram três níveis de tanino na dieta (0,0; 8,0 e 16,0 g/Kg) e observaram que os animais apresentaram alterações na mucosa intestinal. A mucosa do íleo apresentou um atrofiamento e um encurtamento dos vilos e distorções em sua estrutura, apresentando edema no tecido conectivo das vilosidades, hiperplasia e hipertrofia das células de goblet, resultando em baixo desempenho em todos os tratamentos contendo o tanino.

## 2.4 - Referências Bibliográficas

ANDERSON, V.L. et al. Effect of crambe meal on performance, reproduction, and thyroid hormone levels in gestating and lactating beef cows. **Journal of Animal Science**, v.78, p.2269 - 2274, 2000.

BERTECHINI, A.G. Situação atual e perspectivas para a coturnicultura no Brasil. In: IV Simpósio Internacional e III Congresso Brasileiro de Coturnicultura. 2010. Lavras: **Anais...** Lavras - MG, 2010.

BRANDÃO, J.S. **Substituição do milho pelo farelo de palma forrageira nas rações de codornas europeias no semiárido**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), UFCG, Patos – PB, 37f. 2011.

BÖHME, H.K. et al. Feeding value of crambe press cake and extracted meal as well as production responses of growing-finishing pigs and dairy cows fed these by-products. **Archives of Animal Nutrition**, v. 59, n. 2, p. 111-122, 2005.

CARVALHO, E.B. **Estudos da interação entre proteínas e taninos: influência da presença de polissacarídeos**. 2007. 193f. Tese (Doutorado). Faculdade de Ciências Universidade do Porto. 2007.

CUNHA, F.S.A. et al. Desempenho e características de carcaça de frangos de corte alimentados com dietas contendo farinha de resíduo do processamento de camarões (*Litopenaeus vannamei*). **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v. 28, p. 273-279, 2006.

FRANCIS, G.; MAKKAR, H.P.S.; BECKER, K. Antinutritional factors present in plant derived alternate fish feed ingredients and their effects in fish. **Aquaculture**, v. 199, p. 197-227, 2001.

GARCIA, E.A.; PIZZOLANTE, C.C. Nutrição de codornas para postura. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL, 2. CONGRESSO BRASILEIRO DE COTURNICULTURA, 1. 2004, Lavras. **Anais...** Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2004. p. 65-76.

HERCULANO, B.N. **Farelo de crambe na alimentação de bovinos leiteiros**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), UFVJM, Diamantina – MG, 60f. 2014.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção da Pecuária Municipal**. Rio de Janeiro: IBGE, v. 39, p.1-63, 2012.

KRAMER, J.K.G.; FRIEND, D.W.; HULAN, H.W. Lipid changes in tissues of young boars fed rapeseed oil or corn oil. **Nutrition Metabolism**, v.19, p. 279-290, 1975.

LIMA, H.J.D. et al. Diferentes pesos corporais ao final da fase de recria sobre o desempenho produtivo de codornas japonesas. **Enciclopédia Biosfera**, v.7, p.404-409, 2011.

LIU, Y.G. et al. Crambe meal: removal of glucosinolates by heating with additives and water extraction. **Animal Feed Science and Technology**, v. 48, p. 273-287, 1994.

- MAGALHÃES, P.C. et al. **Tanino no grão de sorgo: bases fisiológicas e métodos de determinação**. Sete Lagoas: EMBRAPA/CNPMS, 1997. 26p. (Circular Técnico, 27).
- MURAKAMI, A.E.; FURLAN, A.C. Pesquisas na nutrição e alimentação de codornas em postura no Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE COTURNICULTURA, I, 2002, Lavras, MG. **Anais...** Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2002. p. 113-120.
- ORTIZ, L.T. et al. Effects off aba bean tannins on the growth and histological structure of the intestinal tract and liver of chicks and rats. **British Poultry Science**, v. 35, p. 743-754, 1994.
- PERRY, T.W. et al. Crambe meal as a source of supplemental protein for growing-finishing beef cattle. **Journal of Animal Science**, v. 48, n. 4, p. 758-763, 1979.
- PIETRO, P.S. **Farelo de crambe em rações para tilápia do Nilo**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), UFGD, Dourados – MS, 73f. 2013.
- PITOL, C.; BARROS, R.; ROSCOE, R. Pragas, doenças e invasoras. In: FUNDAÇÃO MS. **Tecnologia e Produção: crambe 2010**. Maracajú: FUNDAÇÃO MS, p. 37-41, 2010.
- TRIPATHI, M.K.; MISHRA, A.S. Glucosinolates in animal nutrition: A review. **Animal Feed Science and Technologic**, v. 132, n.1-2, p. 1-27, 2007.
- WALLIG, M.A.; BELYEA, R.L.; TUMBLESON, M.E. Effect of pelleting on glusinolate content of crambe meal. **Animal Feed Science and Technology**, v. 99, p. 205-214, 2002.

### 3. Digestibilidade do Farelo de Crambe na Alimentação de Codornas de Corte

#### RESUMO

Foi conduzido um experimento com o objetivo de determinar a energia metabolizável aparente (EMA), a energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn) e o coeficiente de metabolização aparente da energia bruta (CMAEB) do farelo de crambe para codornas europeias (*Coturnix coturnix*). Foram utilizadas 315 codornas machos, alojadas em gaiolas de arame galvanizado, com idade inicial de 42 dias, recebendo três tratamentos (T1: ração referência (RR), T2: 80% de RR + 20% do farelo de crambe e T3: 70% de RR + 30% do farelo de crambe) e sete repetições, sendo a unidade experimental constituída de 15 aves. Foi utilizado o método tradicional de coleta total de excretas, sendo o período experimental de 10 dias. Obteve-se os valores de 2445,58 kcal para EMA, 2197,29 kcal para EMAn e o CMAEB foi de 51,97% para a ração do T2. Para a substituição de 30% de crambe (T3), os valores obtidos foram de 1772,18 kcal para EMA, 1592,25 kcal para EMAn e o CMAEB foi de 37,66%. Os valores obtidos de EMA, EMAn e do CMAEB do tratamento com 20% de substituição do farelo de crambe (T2), apresentou melhores valores de energia e de coeficiente de metabolização em relação ao T3. Portanto, para avaliações da energia metabolizável e coeficiente de metabolização da energia, utilizando o alimento teste farelo de crambe para codornas de corte recomenda-se o nível de substituição de 20% desse alimento.

**Palavras-chave:** Alimento alternativo. Alimento fibroso. Fatores antinutricionais. Métodos nutricionais.

## **Crambe meal Digestibility in Feed of Quails type Meat**

### **ABSTRACT**

A digestibility trial was conducted in order to determine the apparent metabolizable energy (AME), apparent metabolizable energy corrected for nitrogen balance (AMEn) and apparent metabolization coefficient of gross energy (AMCGE) of crambe meal for quail European (*Coturnix coturnix*). 315 male quails were housed in galvanized wire cages were used, with 42 days of age, with three treatments (T1: reference diet (RD), T2: 80% of RD + 20% crambe meal and T3: 70% of RD + 30% crambe meal) and seven replications, and the experimental unit consists of 15 birds. The traditional method of excreta collection, and the trial period of 10 days was used. Obtained values of 2445.58 kcal in AME, 2197.29 kcal to AMEn and AMCGE was 51.97% for T2 diet. For replacement of 30% of crambe (T3), the values obtained were 1772.18 kcal for AME, 1592.25 kcal for AMEn and AMCGE was 37.66%. Therefore, for evaluation of metabolizable energy and energy metabolization coefficient using food crambe meal test for quails recommended the replacement level of 20% of that food.

**Keywords:** Alternative food. Anti-nutritional factors. Nutritional methods



## 1. Introdução

Com o surgimento de novos subprodutos industriais tornam-se necessários estudos sobre a composição energética e demais avaliações dos mesmos para comporem as rações de animais de produção. Para o uso desses subprodutos na formulação de rações de aves, pesquisas deverão ser direcionadas para avaliá-los, no intuito de que possam ser utilizados de maneira adequada e que os mesmos possam substituir outros alimentos tradicionais à contento.

Segundo Silva et al. (2003) a energia metabolizável é uma propriedade nutricional estratégica em sistemas de criações em que se utiliza alimentação *ad libitum*, pois o consumo alimentar é regulado principalmente pela densidade calórica da ração e pode determinar a eficiência produtiva e econômica da atividade. Normalmente as exigências de proteína bruta, aminoácidos e de outros nutrientes são expressas em função dos níveis de energia metabolizável da ração (SILVA et al., 2003).

Assim torna-se essencial avaliar a eficiência nutricional de alimentos (subprodutos) para o seu posterior uso nas rações. Como afirmaram Sakomura & Rostagno (2007), a composição energética é de grande importância nutricional e econômica para a formulação de rações, uma vez que, o ingrediente energético representa grande parte dos custos de formulação e interfere diretamente no desempenho dos animais. Portanto, a efetividade do método de formulação depende da precisão com que o valor energético dos alimentos foi determinado (Matterson et al., 1965).

Apesar do alto teor de fibra, o farelo de crame, vem sendo estudado em várias categorias de animais ruminantes e alguns monogástricos. De acordo com Andújar et al. (1977) acredita-se que alimentos com alto teor de fibras possam ser utilizados na alimentação de codornas, visto que estas aves possuem maior tamanho relativo do ceco comparado ao das galinhas, o que leva ao entendimento, que, quanto maior a capacidade de fermentação de alimentos fibrosos no intestino grosso, isso resultaria em maior aproveitamento da energia metabolizável destes alimentos.

Além disso, algumas características morfológicas do ceco das codornas em relação ao das galinhas, como a superfície da mucosa intestinal mais desenvolvida, demonstram grande capacidade de absorção por este órgão (STRONG; REIMER; BRAUN, 1990). De fato, codornas alimentadas com alto teor de fibra apresentaram maior porcentagem de celulose digerida (INMAN, 1973), o que pode ser explicado também pelo aumento da taxa

de proliferação celular e no tamanho do intestino ocorrido após ingestão de dietas fibrosas (SAVORY; GENTLE, 1976).

Diante do exposto objetivou-se determinar os valores de energia metabolizável aparente, energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio e o coeficiente de metabolização aparente da energia bruta do farelo de crambe, substituindo em 20 e 30% a ração referência pelo alimento teste.

## 2. Material e Métodos

O experimento foi conduzido na sala de ensaios metabólicos do Laboratório de Pesquisas com Animais Monogástricos, do Departamento de Zootecnia, da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina – MG em maio de 2015.

As temperaturas médias (máxima e mínima) foram registradas diariamente dentro da sala, cuja as médias foram de 28° e 18° C, respectivamente.

As aves foram alojadas em baterias de gaiolas de arame galvanizado com 0,60 x 0,60 x 0,35 cm de largura, comprimento e altura, respectivamente.

Foram utilizadas 315 codornas de corte (*Coturnix coturnix*) machos, com 42 dias de idade, distribuídas em delineamento experimental inteiramente casualizado, com três tratamentos, sendo T1: ração referência (RR); T2: 80% RR + 20% de farelo de crambe e T3: 70% RR + 30% de farelo de crambe, com sete repetições, sendo a unidade experimental constituída de 15 aves.

A ração referência foi formulada sem o farelo de crambe, com milho e farelo de soja, principalmente (Tabela 1), e atenderam as exigências das codornas de acordo com Silva & Costa (2009), exceto nos níveis de aminoácidos que foram aumentados e em fósforo disponível para garantir que não houvesse deficiência nutricional quando fosse adicionado o farelo de crambe, para as aves alimentadas com as rações testes. A suplementação de cloreto de colina, vitaminas e microminerais foram ajustadas a um nível de 20% a mais visando melhores resultados, conforme relatado por Ávila et al. (2006).

O período experimental teve duração de dez dias (5 dias de adaptação às rações e às gaiolas e 5 dias de coleta total de excretas e controle do consumo de ração). As aves receberam água e ração *ad libitum* e 24 horas diárias de luz. As gaiolas possuíam bandejas que foram revestidas com plásticos, devidamente identificadas, as quais foram limpas no final de

cada coleta que foram realizadas as 7:00 e 16:00 h. O material coletado após a retirada dos resíduos de penas, ração e de descamação da pele das codornas foram armazenados em freezer.

No primeiro e no último dia do período de coleta total de excretas foi utilizado o marcador externo óxido férrico ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) na concentração de 1% nas rações, para delimitar o início e o término das coletas.

Tabela 1 - Composição percentual e calculada da dieta referência para codornas de corte

Ingredientes	
Milho moído (7,88%)	62,618
Farelo de soja (45%)	31,368
Fosfato bicálcico	1,775
Óleo de soja	2,244
Calcário calcítico	0,454
Sal comum	0,331
Suplemento mineral <sup>(1)</sup>	0,240
Suplemento vitamínico <sup>(2)</sup>	0,240
L-Lisina HCl (97%)	0,189
DL-Metionina (99%)	0,310
L-Treonina (99%)	0,174
Cloreto de colina (60%)	0,048
Antioxidante <sup>(3)</sup>	0,010
TOTAL	100,00
Composição calculada	
Proteína bruta (%)	19,600
Energia metabolizável (kcal)	3,050
Cálcio (%)	0,700
Fósforo disponível (%)	0,370
Sódio (%)	0,150
Lisina digestível (%)	1,071
Metionina + cistina digestível (%)	0,840
Triptofano digestível (%)	0,213
Treonina digestível (%)	0,819
Valina digestível (%)	0,825

<sup>1</sup>Por quilograma do produto: Cobre 2500,00 mg; Colina 27,00 mg; Ferro 12,5 mg; Iodo 250,00 mg; Manganês 17,5 mg; Metionina 130,00 g; Selênio 20,00 mg; Sódio 120,00 g; Zinco 4500,00 mg.

<sup>2</sup>Por quilograma do produto: Ácido Fólico 175,00 mg; Ácido Nicotínico 28000,00 mg; Ácido Pantotênico 2500,00 mg; Bacitracina de Zinco 5100,00 mg; BHA 500,00 mg; BHT 500,00 mg; Biotina 12,50 mg; Vitamina A 500.000,00 UI; Vitamina B1 150,00 mg; Vitamina B12 2500,00 mg; Vitamina B2 800,00 mg; Vitamina B6 250,00 mg; Vitamina D3 170.000,00 UI; Vitamina E 2100,00 UI; Vitamina K3 400,00 mg; Salinomicina 12500,00 mg/kg.

<sup>3</sup>Butil hidroxitolueno.

No final do período experimental, determinaram-se as quantidades de ração consumida e de excretas produzidas em cada unidade experimental. As excretas foram acondicionadas em sacos plásticos devidamente identificados e armazenadas em freezer, à temperatura de -20° C até o final do período de coleta. Posteriormente, as amostras foram descongeladas, pesadas, homogeneizadas e moídas em moinho de facas e realizadas as análises laboratoriais, após pré-secagem em estufa ventilada a 55° C, por um período de 72 horas.

Os valores de matéria seca e proteína bruta das excretas e os valores de energia bruta das rações e das excretas foram determinadas de acordo com metodologias descritas por Silva & Queiroz (2002). Para os valores dos aminoácidos do farelo de crumbe as análises foram realizadas pelo método HPLC no Laboratório de Amino lab@ da empresa Evonik.

A determinação da energia metabolizável aparente e energia metabolizável aparente corrigida para o balanço de nitrogênio foram estimadas utilizando-se a equação de Matterson et al. (1965).

$$EMA \text{ Ração Referência} = \frac{EB \text{ ing} - EB \text{ exc}}{MS \text{ ing}}$$

$$EMA \text{ Ração Teste} = \frac{EB \text{ ing} - EB \text{ exc}}{MS \text{ ing}}$$

$$EMA \text{ Alimento} = EMA \text{ ref} + \frac{EMA \text{ teste} - EMA \text{ ref}}{g \text{ Alimento} / g \text{ Ração}}$$

EB: Energia Bruta

EB: Energia Bruta Ingerida

EB exc: Energia Bruta Excretada

MS ing: Matéria seca Ingerida

EMA ref: Energia Metabolizável Aparente da Ração Referência

EMA tes: Energia Metabolizável Aparente da Ração Teste

g Alimento: grama Alimento (Crambe)

g Ração : grama Ração

$$EMAn \text{ Ração Referência} = \frac{EB \text{ ing} - EB \text{ exc} \pm 8,22 \times BN}{MS \text{ ing}}$$

$$EMAn \text{ Ração Teste} = \frac{EB \text{ ing} - EB \text{ exc} \pm 8,22 \times BN}{MS \text{ ing}}$$

$$EMAn \text{ Alimento} = EMA \text{ ref} + \frac{EMA \text{ teste} - EMA \text{ ref}}{g \text{ Alimento} \div \text{Ração}}$$

BN: Balanço de Nitrogênio

EB ing: Energia Bruta Ingerida

EB exc: Energia Bruta Excretada

MS ing: Matéria Seca Ingerida

EMAn ref: Energia Metabolizável Aparente Corrigida da Ração Referência

g Alimento: grama Alimento (Crambe)

g Ração: grama Ração

Com base nos valores de energia bruta, energia metabolizável aparente, energia metabolizável aparente corrigida para balanço de nitrogênio do farelo de crambe e das rações foram calculados os coeficientes de metabolização da energia bruta, seguindo a equação preconizada pelo ARC (1980), em que:

$$CMAEB = \frac{EMAn}{EB} \times 100$$

CMAEB: Coeficiente de Metabolização da Energia Bruta

EMAn: Energia Metabolizável Aparente Corrigida para Balanço de Nitrogênio

EB: Energia Bruta

### 3. Resultados e Discussão

A composição química do farelo de crambe, na matéria seca, encontra-se na tabela 2. Os valores obtidos pelas análises viabilizam o uso do farelo de crambe em rações para codornas, principalmente devido aos teores elevados de proteína bruta e cálcio. Entretanto, o elevado teor de fibra bruta pode restringir o seu uso nas rações para aves, devido à falta de enzimas endógenas que atuam sobre a fração fibrosa e à reduzida fermentação cecal.

Tabela 2. Composição química, energética e concentração de aminoácidos totais do farelo de crambe, na matéria seca

Composição Nutricional	
Matéria seca (%)	90,53
Proteína bruta (%)	28,00
Extrato etéreo (%)	0,895
Energia bruta (Kcal/ kg)	4227
Fibra bruta (%)	21,00
Cinzas (%)	8,03
Cálcio (%)	1,06
Fósforo total (%)	1,09
Aminoácidos Totais* (%)	
Lisina	1,396
Metionina	0,526
Treonina	1,371
Triptofano	0,426
Arginina	1,931
Histidina	0,769
Isoleucina	1,240
Leucina	2,089
Fenilalanina	1,249
Valina	1,505
Ácido aspártico	2,136
Alanina	1,337
Glicina	1,702
Serina	1,267
Prolina	1,951
Ácido glutâmico	5,167

\*Análise realizada pela Evonik (Método HPLC)

Pela análise química do farelo de crambe deste estudo observou-se que sua composição se assemelha aos encontrados por Souza et al. (2009), que realizaram a caracterização química de sementes e tortas de pinhão manso, nabo forrageiro e crambe. Os autores observaram que para a torta de crambe foram encontrados valores bem próximos ao do farelo de crambe utilizado neste estudo, para matéria seca 91,61% e para as demais

análises os valores foram um pouco acima dos observados para proteína bruta (31,73%), fibra bruta (27,96%) e cinzas (6,30%). Para o extrato etéreo (15,88%) o valor observado foi muito superior ao deste estudo e isso se justifica pelo tipo de tratamento dado ao subproduto para a retirada do óleo.

Ledoux et al. (1999) encontraram valores próximos ao do presente estudo para matéria seca (91%), fibra bruta (22,2%), cálcio (0,9%) e fósforo total (1,0%) do farelo de crambe, exceto para os valores de proteína bruta (36,6%) e extrato etéreo (10,8%) que foram muito superiores.

Para os aminoácidos considerados limitantes, o farelo de crambe utilizado neste estudo apresentou valores superiores para alguns aminoácidos quando comparados aos descritos por Pietro (2013) que obteve para lisina (0,65%), treonina (1,01%) e triptofano (0,31%). Entretanto, para os demais aminoácidos metionina (1,99%), isoleucina (2,05%), fenilalanina (1,48%), valina (1,77%), arginina (2,05%) e leucina (2,12%), os valores foram muito superiores aos observados neste estudo.

Carlson & Tookey (1983) observaram valores superiores do farelo de crambe para os aminoácidos limitantes para animais monogástricos e obtiveram para metionina de 1,6 a 1,9%; para lisina de 4,9 a 5,7%; para treonina de 3,1 a 4,6% e triptofano de 1,0 a 2,0%.

Para a ração teste T2: (80% de RR + 20% de farelo de crambe) observou-se maiores valores de EMA, EMAn e CMAEB, quando comparado à ração T3: (70% de RR + 30% de farelo de crambe) sendo os resultados obtidos, 27,5% superior, com o T2 para todas as variáveis (Tabela 3).

Tabela 3. Valores de energia bruta (EB), energia metabolizável aparente (EMA), energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) e coeficiente de metabolização aparente da energia bruta (CMAEB) do farelo de crambe determinadas com codornas de corte

	EB (cal/g)	EMA (Kcal)	EMAn (Kcal)	CMAEB
T1: Ração Referência	4127,00	3251,19	3074,55	72,72
T2: Ração Referência + 20% crambe	4138,00	2415,15	2197,29	51,97
T3: Ração Referência + 30% crambe	4170,00	1741,74	1592,25	37,66

O fato da ração teste T2: 80% de RR + 20% de farelo de crambe, ter proporcionado melhores resultados de EMA, EMAn e CMAEB, pode ser justificado pela menor inclusão do farelo de crambe, um alimento fibroso (21% de fibra bruta), que

proporcionou melhor aproveitamento da energia metabolizável, nesse tratamento, em relação ao tratamento com maior inclusão (T3) na ração das codornas. Conforme afirmou Freitas et al. (2006), o alto teor de fibras do alimento testado pode reduzir a digestibilidade, e além disso acelerar a taxa de passagem do alimento pelo trato gastrointestinal, diminuindo desta forma o acesso das enzimas aos nutrientes durante o processo digestivo, o que pode ter influenciado na piora dos resultados da ração T3 com 30% de inclusão do farelo de crambe.

De acordo com Sakomura & Rostagno (2007) quanto maior a quantidade do alimento teste na ração, maior a precisão na determinação dos resultados. No entanto, o nível de inclusão depende do tipo do alimento, se o mesmo pode afetar ou não o consumo.

Segundo Freitas et al. (2006) em experimento conduzido com pintos, pelo método de coleta total, os alimentos (semente e farelo de girassol), substituíram em 20 e 40% a ração referência e os resultados mostraram que a substituição de 40% proporcionou redução nos coeficientes de digestibilidade da gordura, da matéria seca e EMA em relação aos 20%. Esses resultados levaram à conclusão de que o alto teor de fibra e o valor elevado da substituição do alimento teste ocasionou a redução da EMA, EMAn e CMAEB. O que corroboram com os resultados do presente trabalho.

#### **4. Conclusão**

Os valores obtidos para EMA, EMAn e CMAEB foram de 2445,58 kcal, 2197,29 kcal e 51,97%, respectivamente para a ração com 20% de substituição pelo farelo de crambe. Para a substituição de 30% de crambe, os valores obtidos foram de 1772,18 kcal para EMA, 1592,25 kcal para EMAn e o CMAEB foi de 37,66%.

Para avaliações da energia metabolizável e do coeficiente de metabolização do farelo de crambe em codornas de corte recomenda-se um nível de substituição de 20% do alimento teste.



## 5. Referências bibliográficas

- AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL - ARC. (1980). **The nutritional requirement of ruminant livestock**. London: CAB International. 351p.
- ANDÚJAR, M.M.; NAVARRO, M.P.; VARELA, G. The effect of Ca/P relation on utilization of both nutrients in laying quails. **Revista Española de Fisiología**, v. 33, n. 4, p. 305-309, 1977.
- AVILA, V.S. Aspectos importantes a considerar na criação de frangos de corte no frio período. Versão eletrônica de 2012.  
Disponível em: < <https://pt.engormix.com/MA-avicultura/administracao/artigos/aspectos-importantes-considerar-criacao-t1119/124-p0.htm>; >. Acesso em: 10 de outubro 2015.
- CARLSON, K.D.; TOOKEY, H.L. Crambe meal as a protein source for feeds. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v.60, n.12, 1983.
- FREITAS, E.R. et al. Energia metabolizável de alimentos na formulação de ração para frangos de corte. 2006. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 41, n.1, p. 107 – 115, 2006.
- INMAN, D.L. Cellulose digestion in ruffed grouse, chukar partridge, and bobwhite quail. **Journal of Wildlife Management**, Flagstaff, v. 37, n. 1, p. 114-121, 1973.
- LEDOUX, D.R. et al. Effects of feeding crambe meal upon intake, gain, health and meat quality of broiler chicks. **Animal Feed Science and Technology**, v.76, p.227-240, 1999.
- MATTERSON, L.S. et al. The metabolizable energy of feed ingredients for chickens. **University of Connecticut Storrs: Agricultural Experiment Station**, v.11, p.11, 1965.
- PIETRO, P.S. **Farelo de crambe em rações para tilápia do Nilo**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), UFGD, Dourados – MS, 73f. 2013.
- SAKOMURA, N.K.; ROSTAGNO, H.S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. Jaboticabal: Funep, 2007, 283 p.
- SAVORY, C.J.; GENTLE, M.J. Effects of dietary dilution with fibre on the food intake and gut dimensions of Japanese quails. **British Poultry Science**, v. 17, n.6, p. 561-570, 1976.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de Alimentos (métodos químicos e biológicos)**. 3.ed., Viçosa: Imprensa Universitária da UFV, 235 p. 2002.
- SILVA, J.H.V. et al. Energia metabolizável de alimentos determinada com codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, supl.2, p. 1912-1918, 2003.
- SOUZA, A.D.V. et al. Caracterização química de sementes e tortas de pinhão-mansão, naboforageiro e crambe. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 10, p. 1328 -1335, 2009.

STRONG, T.R.; REIMER, P.R.; BRAUN, E.J. Morphometry of the galliform cecum: A comparison between Gambel's quail and the domestic fowl. **Cell and Tissue Research**, v. 259, n. 3, p. 511-518, 1990.

#### 4. ARTIGO II

##### **Desempenho e Características de Carcaça de Codornas de Corte Alimentadas Com Farelo de Crambe**

**RESUMO** - O experimento foi conduzido com o objetivo de avaliar a substituição de parte da proteína bruta da ração pela proteína do farelo de crambe para codornas de corte. Foram utilizadas 390 codornas machos e fêmeas, que foram distribuídas em delineamento inteiramente casualizado, com 5 tratamentos e 6 repetições contendo 13 aves por unidade experimental. As fases experimentais foram divididas em inicial (8 a 21 dias) e crescimento (22 a 35 dias de idade). Os tratamentos consistiram de uma ração testemunha sem o farelo de crambe e os demais, pela substituição de parte da proteína da ração pela proteína do farelo de crambe nos níveis de 0, 3, 6, 9 e 12%. O valor de energia metabolizável aparente do farelo de crambe obtido em experimento anterior (2445,58 kcal) foi utilizado para as formulações de rações. As variáveis de desempenho avaliadas ao final de cada período experimental foram: o consumo de ração, o ganho de peso e a conversão alimentar que foram avaliados nas fases inicial e de crescimento. O rendimento de carcaça, cortes e análise de rentabilidade econômica foram avaliados aos 35 dias de idade. Não houve diferença significativa sobre o desempenho das codornas alimentadas com as substituições da proteína da ração pela proteína do farelo de crambe, para as fases inicial e de crescimento. Da mesma forma, em relação às características de carcaça das aves também não houve efeito significativo pela substituição de parte da proteína bruta da ração pela proteína do farelo de crambe. Portanto, recomenda-se a substituição de parte da proteína da ração pela proteína do farelo de crambe até o nível de 12%, por não influenciar negativamente no desempenho das codornas de corte. Para o estudo de análise de rentabilidade econômica o tratamento que apresentou o melhor índice foi o de 6% de substituição pela proteína do farelo de crambe.

Palavras-chave: Análise econômica. *Crambe abyssinica*. Desempenho. Proteína bruta.

### **Performance and quails carcass characteristics fed crambe meal**

**ABSTRACT** - The experiment was conducted in order to assess the replacement of the dietary crude protein by protein crambe meal for quails. 390 male and female quails were used and the birds were distributed in a completely randomized design with 5 treatments and 6 replicates and 13 birds per experimental unit. Experimental phases were divided into initial (8 to 21 days) and growth (22 to 35 days of age) phases. Treatments consisted of a control diet without the crambe meal and the other, by replacing part of the protein ration the protein crambe meal at levels of 0, 3, 6, 9 and 12%. The apparent metabolizable energy value of crambe obtained in previous experiment was 2445.58 kcal and was used for feed formulations. The performance variables evaluated at the end of each experimental period were: feed intake, weight gain, feed conversion and carcass yield which was evaluated at 35 days of age. There was no significant difference on the performance of quails for the initial phase. Regarding the quail carcass characteristics there was also no significant effect by replacing part of the dietary crude protein by protein crambe meal. Therefore, part of the replacement is recommended protein ration the protein crambe meal to the level of 12%, not to negatively influence the performance of quails and up to 6% had economic viability.

**Keywords:** *Crambe abyssinica*. Crude protein. Economic analised. Performance.

## 1. Introdução

Todo subproduto que possa ser utilizado na alimentação de animais deverá ter sua composição conhecida, e isso se dá por meio de avaliações de qualidade, quantidade de nutrientes e fatores antinutricionais presentes. O milho e a soja são os alimentos que estão, normalmente, em maior porcentagem na formulação de rações para animais e isso torna os custos da produção mais elevados; além de concorrerem diretamente com a indústria alimentícia, pois são também utilizados na alimentação humana, acarretando em elevação dos custos para a sua aquisição.

Na nutrição de animais monogástricos esses custos são ainda maiores, pois as opções de alimentos alternativos são ainda menores devido ao fato de que esses animais não possuem algumas enzimas que auxiliam na digestão. Além disso, são animais mais sensíveis a alguns tipos de alimentos, principalmente aqueles que apresentam altos teores de fibras e fatores antinutricionais, tendo seu uso restrito, pois podem causar danos à saúde dos animais, além de ser o principal causador de baixo desempenho.

O farelo de crambe é um coproduto que vem sendo avaliado em várias espécies animais. Ele é obtido após a extração do óleo do crambe (*Crambe abyssinica*); uma cultura promissora utilizada no país para produção de biodiesel (PITOL et al., 2010), e está entre os diversos alimentos que devem ser testados como fonte proteica e que pode vir a ser adicionado à ração de aves. No farelo são encontrados teores de 28 a 33% de proteína bruta, porém o alto teor de fibra e a presença de fatores antinutricionais são os limitantes quanto à utilização desse ingrediente nas rações de monogástricos.

Os efeitos que os fatores antinutricionais do farelo de crambe podem ocasionar às funções fisiológicas das codornas, bem como a avaliação do desempenho produtivo e reprodutivo são desconhecidos. Portanto, são necessárias pesquisas para se obter maiores informações sobre seu valor nutricional e seus possíveis níveis de toxicidade para a espécie em questão.

Diante do exposto, o objetivo deste estudo foi avaliar o desempenho, o rendimento de carcaça e a rentabilidade econômica, na produção de codornas de corte (*Coturnix coturnix*) alimentadas com ração em que parte da proteína bruta da ração foi substituída pela proteína do farelo de crambe.

## 2. Material e Métodos

O experimento foi conduzido no laboratório de Pesquisas com Animais Monogástricos, do Departamento de Zootecnia, da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina – MG, no período de julho a agosto de 2015. Foram utilizadas 390 codornas machos e fêmeas, *Coturnix coturnix*, da linhagem LF1, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e seis repetições contendo treze aves por unidade experimental.

As fases experimentais foram divididas em inicial (8 a 21 dias) e de crescimento (22 a 35 dias de idade). As aves foram alojadas em baterias de gaiolas de arame galvanizado, com 0,60 x 0,60 x 0,35 cm de largura, comprimento e altura, respectivamente.

Na fase pré inicial (1 a 7 dias) que antecedeu o início do experimento, as aves foram alimentadas com a ração formulada com milho e farelo de soja (tabela 1), principalmente, e atenderam as exigências das codornas de acordo com Silva & Costa (2009). As aves foram criadas em piso de cimento com cama e mantidas em círculo de proteção, contendo campânulas com lâmpadas infravermelho de 250 watts como fonte de aquecimento. Aos 8 dias de idade as aves foram transferidas para as gaiolas experimentais e receberam água e ração *ad libitum*.

Os tratamentos consistiram em uma ração testemunha, sem farelo de crambe, e os demais, pela substituição de parte da proteína da ração pela proteína do farelo de crambe, nos níveis de 0, 3, 6, 9, 12% de substituição (Tabelas 2 e 3). As rações foram formuladas de acordo com o resultado obtido para energia metabolizável aparente do farelo de crambe de 2415,58 kcal obtida em experimento realizado anteriormente. As rações experimentais atenderam às exigências nutricionais das codornas de corte, em todos os nutrientes, conforme descrito por Silva & Costa (2009).

As variáveis de desempenho avaliadas ao final de cada período experimental foram: o consumo de ração (g/ave), o ganho de peso (g/ave) e a conversão alimentar (g ração consumida/ g de ganho). O rendimento de carcaça, cortes e análise de rentabilidade econômica foram avaliados aos 35 dias de idade das codornas.

O consumo de ração foi calculado como a diferença entre o total de ração fornecido e as sobras de cada fase. Com base no consumo de ração (corrigido pela data da mortalidade em cada parcela, quando houve ocorrência) e no ganho de peso, foi calculada a conversão alimentar.

Tabela 1 - Composição nutricional das rações experimentais para codornas de corte de 1 a 7 dias de idade

Ingredientes	
Milho moído (7,88%)	51,635
Farelo de soja (45%)	42,620
Fosfato bicálcico	1,121
Óleo de soja	1,765
Calcário calcítico	1,120
Sal comum	0,381
Suplemento mineral <sup>(1)</sup>	0,200
Suplemento vitamínico <sup>(2)</sup>	0,200
DL-Metionina (99%)	0,418
L-Lisina HCl (79%)	0,240
L-Treonina (99%)	0,250
Cloreto de colina (60%)	0,040
Antioxidante <sup>(3)</sup>	0,010
Total	100,00
Composição calculada	
Proteína bruta (%)	25,00
Energia metabolizável (kcal)	2900
Cálcio (%)	0,850
Fósforo disponível (%)	0,320
Fibra bruta (%)	3,435
Sódio (%)	0,170
Lisina digestível (%)	1,370
Metionina + cistina digestível (%)	1,040
Treonina digestível (%)	1,040
Triptofano digestível (%)	0,273

<sup>1</sup>Por quilograma do produto: Cobre 2500,00 mg; Colina 27,00 mg; Ferro 12,5 mg; Iodo 250,00 mg; Manganês 17,5 mg; Metionina 130,00 g; Selênio 20,00 mg; Sódio 120,00 g; Zinco 4500,00 mg.

<sup>2</sup>Por quilograma do produto: Ácido Fólico 175,00 mg; Ácido Nicotínico 28000,00 mg; Ácido Pantotênico 2500,00 mg; Bacitracina de Zinco 5100,00 mg; BHA 500,00 mg; BHT 500,00 mg; Biotina 12,50 mg; Vitamina A 500.000,00 UI; Vitamina B1 150,00 mg; Vitamina B12 2500,00 mg; Vitamina B2 800,00 mg; Vitamina B6 250,00 mg; Vitamina D3 170.000,00 UI; Vitamina E 2100,00 UI; Vitamina K3 400,00 mg; Salinomicina 12500,00 mg/kg.

<sup>3</sup>Butil hidroxitolueno.

Tabela 2 - Composição nutricional das rações experimentais para codornas de corte de 8 a 21 dias de idade

Ingredientes	Substituição da proteína bruta da ração pela proteína do crambe (%)				
	0	3	6	9	12
Milho moído (7,88%)	51,635	49,220	48,383	47,548	46,712
Farelo de soja (45%)	42,620	42,287	40,557	38,832	37,105
Farelo de crambe (28%)	0,000	2,348	4,700	7,045	9,393
Fosfato bicálcico	1,121	1,133	1,153	1,174	1,194
Óleo de soja	1,765	2,099	2,137	2,175	2,212
Calcário calcítico	1,120	1,118	1,120	1,122	1,124
Sal comum	0,381	0,382	0,383	0,385	0,386
Suplemento mineral <sup>(1)</sup>	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200
Suplemento vitamínico <sup>(2)</sup>	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200
L-Lisina HCl (79%)	0,240	0,257	0,316	0,375	0,434
DL-Metionina (99%)	0,418	0,429	0,451	0,474	0,496
L-Treonina (99%)	0,250	0,263	0,296	0,328	0,361
L-Valina (99%)	0,000	0,155	0,055	0,094	0,134
Cloreto de colina (60%)	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040
Antioxidante <sup>(3)</sup>	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Total	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
Composição calculada					
Proteína bruta (%)	24,552	25,000	25,000	25,000	25,000
Energia metabolizável (Kcal)	2900	2900	2900	2900	2900
Cálcio (%)	0,850	0,850	0,850	0,850	0,850
Fósforo disponível (%)	0,320	0,320	0,320	0,320	0,320
Sódio (%)	0,170	0,170	0,170	0,170	0,170
Fibra bruta (%)	3,435	3,843	4,196	4,548	4,900
Lisina digestível (%)	1,370	1,370	1,370	1,370	1,370
Metionina + cistina digestível (%)	1,040	1,040	1,040	1,040	1,040
Treonina digestível (%)	1,040	1,040	1,040	1,040	1,040
Triptofano digestível (%)	0,273	0,269	0,259	0,249	0,238
Valina digestível (%)	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010

<sup>1</sup>Por quilograma do produto: Cobre 2500,00 mg; Colina 27,00 mg; Ferro 12,5 mg; Iodo 250,00 mg; Manganês 17,5 mg; Metionina 130,00 g; Selênio 20,00 mg; Sódio 120,00 g; Zinco 4500,00 mg.

<sup>2</sup>Por quilograma do produto: Ácido Fólico 175,00 mg; Ácido Nicotínico 28000,00 mg; Ácido Pantotênico 2500,00 mg; Bacitracina de Zinco 5100,00 mg; BHA 500,00 mg; BHT 500,00 mg; Biotina 12,50 mg; Vitamina A 500.000,00 UI; Vitamina B1 150,00 mg; Vitamina B12 2500,00 mg; Vitamina B2 800,00 mg; Vitamina B6 250,00 mg; Vitamina D3 170.000,00 UI; Vitamina E 2100,00 UI; Vitamina K3 400,00 mg; Salinomicina 12500,00 mg/kg.

<sup>3</sup>Butil hidroxitolueno.



Tabela 3 – Composição nutricional da ração experimental para codornas de corte de 22 a 35 dias de idade

Ingredientes	Substituição de parte da proteína bruta da ração pela proteína do crambe (%)				
	0	3	6	9	12
Milho moído (7,88%)	58,582	55,901	54,915	54,116	53,317
Farelo de soja (45%)	35,654	35,854	34,574	33,130	31,687
Farelo de crambe	0,000	2,066	4,133	6,200	8,266
Fosfato bicálcico	0,901	0,907	0,924	0,941	0,959
Óleo de soja	2,867	3,268	3,361	3,420	3,480
Calcário calcítico	0,920	0,916	0,917	0,919	0,920
Sal comum	0,330	0,332	0,333	0,334	0,335
Suplemento mineral <sup>(1)</sup>	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200
Suplemento vitamínico <sup>(2)</sup>	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200
L-Lisina HCl (79%)	0,000	0,000	0,045	0,094	0,144
DL-Metionina (99%)	0,233	0,238	0,256	0,275	0,294
L-Treonina (99%)	0,064	0,685	0,094	0,121	0,149
Cloreto de colina (60%)	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040
Antioxidante <sup>(3)</sup>	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Total	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
Composição calculada					
Proteína bruta (%)	21,397	21,945	22,000	22,000	22,000
Energia metabolizável (kcal)	3,050	3,050	3,050	3,050	3,050
Cálcio (%)	0,700	0,700	0,700	0,700	0,700
Fósforo disponível (%)	0,270	0,270	0,270	0,270	0,270
Sódio (%)	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150
Fibra bruta (%)	3,139	3,518	3,838	4,152	4,466
Lisina digestível (%)	1,020	1,020	1,020	1,020	1,020
Metionina + cistina digestível (%)	0,800	0,800	0,800	0,800	0,800
Treonina digestível (%)	0,780	0,780	0,780	0,780	0,780
Triptofano digestível (%)	0,236	0,235	0,228	0,219	0,210

<sup>1</sup>Por quilograma do produto: Cobre 2500,00 mg; Colina 27,00 mg; Ferro 12,5 mg; Iodo 250,00 mg; Manganês 17,5 mg; Metionina 130,00 g; Selênio 20,00 mg; Sódio 120,00 g; Zinco 4500,00 mg.

<sup>2</sup>Por quilograma do produto: Ácido Fólico 175,00 mg; Ácido Nicotínico 28000,00 mg; Ácido Pantotênico 2500,00 mg; Bacitracina de Zinco 5100,00 mg; BHA 500,00 mg; BHT 500,00 mg; Biotina 12,50 mg; Vitamina A 500.000,00 UI; Vitamina B1 150,00 mg; Vitamina B12 2500,00 mg; Vitamina B2 800,00 mg; Vitamina B6 250,00 mg; Vitamina D3 170.000,00 UI; Vitamina E 2100,00 UI; Vitamina K3 400,00 mg; Salinomicina 12500,00 mg/kg.

<sup>3</sup>Butil hidroxitolueno.

Aos 35 dias foram retiradas três aves por unidade experimental que foram pesadas, identificadas e insensibilizadas por deslocamento cervical. As aves foram abatidas e sangradas por aproximadamente três minutos, após jejum de sólidos por seis horas. A

escaldagem das aves foi realizada a uma temperatura de 50 a 55° C, de 10 a 30 segundos. As aves foram depenadas manualmente para avaliação do rendimento da carcaça e cortes.

Foram retiradas as vísceras, cabeça e pés das aves, realizando em seguida nova pesagem. Os cortes de peito e coxa + sobrecoxa foram retirados e pesados individualmente. O rendimento de cortes foi determinado dividindo o peso de cada parte, pelo peso da carcaça eviscerada e o resultado multiplicado por 100. O rendimento de carcaça foi calculado por meio da relação do peso da carcaça eviscerada, sem a cabeça e pés, dividido pelo peso vivo e multiplicado por 100.

Os resultados obtidos foram analisados de acordo com o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ij} = \mu + N_i + e_{ij}$$

em que:

$Y_{ij}$ : valor observado das variáveis estudadas relativas à unidade experimental  $j$ , recebendo o nível de substituição da proteína bruta da ração pela proteína  $i$  do farelo de crambe;

$\mu$ : média geral;

$N_i$ : efeito do nível  $i$  de proteína do crambe, sendo  $i = 0, 3, 6, 9$  e  $12\%$  (de substituição da proteína bruta da ração pela proteína do farelo de crambe);

$e_{ij}$ : erro aleatório associado a cada observação  $Y_{ij}$ .

Os graus de liberdade referentes aos níveis de substituição, excluindo a ração testemunha, foram desdobrados em polinômios. Para a determinação dos níveis ótimos de substituição da proteína bruta da ração pela proteína do farelo de crambe, foram utilizados os modelos de regressão polinomial quadrática e linear simples ao nível de 5% de probabilidade. Para a comparação dos resultados obtidos entre a ração testemunha com cada um dos níveis de substituição da proteína bruta da ração pela proteína do farelo de crambe foi utilizado o teste Dunnett a 5%.

O estudo da viabilidade econômica dos tratamentos foi realizado a partir dos cálculos descritos por Togashi (2004). Para a obtenção das variáveis utilizadas na análise de rentabilidade foram considerados: a renda bruta média, o índice de rentabilidade e a margem bruta média. A renda bruta média (RBMe), é o resultado da quantidade produzida ( $Q$ ) pelo preço de venda do produto ( $PV$ ):

$$RBMe = Q \times PV$$

A margem bruta média (MBMe) é a diferença entre a receita bruta média (RBMe) e o custo médio de arração (CMeA):

$$\text{MBMe} = \text{RBMe} - \text{CMeA}$$

O custo médio de arração (CMeA) representa a quantidade de ração consumida (CR) e o custo médio da ração (CMeR) sendo definido por:

$$\text{CMeA} = \text{CR} \times \text{CMeR}$$

O índice de rentabilidade (IR) representa a diferença entre a margem bruta média (MBMe) e quociente entre o custo médio com arração (CMeA):

$$\text{IR} = \text{MBMe} \times 100 / \text{CMeA}$$

Para realização dos cálculos da análise de rentabilidade, considerou-se apenas o gasto com alimentação, o peso vivo foi obtido pelo peso médio das codornas antes do jejum, aos 35 dias de idade. O preço médio do quilo da codorna viva (R\$ 2,00) foi o adotado no comércio na região de Diamantina, MG. Entretanto, o preço do quilo da ração foi considerado a partir dos preços dos ingredientes de cada tratamento no período de julho e agosto de 2015.

### 3. Resultados e Discussão

As temperaturas médias de máxima e de mínima registradas diariamente dentro da sala experimental e a mortalidade ocorrida nas duas fases foram contabilizadas para as correções dos resultados de desempenho e a rentabilidade econômica da criação (Tabela 4).

Tabela 4 - Temperatura ambiente média (mínima e máxima) registrada dentro da instalação e taxa de mortalidade

Fase	Temperatura (° C)		Mortalidade (%)
	Mínima	Máxima	
Inicial	35,28 (32) <sup>(1)</sup>	37,28 (39) <sup>(2)</sup>	1,02 <sup>(3)</sup>
Crescimento	22,29 (18) <sup>(1)</sup>	27,95 (29) <sup>(2)</sup>	0,00 <sup>(3)</sup>
Média	28,78 (25) <sup>(1)</sup>	32,61 (34) <sup>(2)</sup>	0,50 <sup>(3)</sup>

<sup>(1)</sup>Menor temperatura registrada na instalação no período de 8 a 35 dias

<sup>(2)</sup>Maior temperatura registrada na instalação no período de 8 a 35 dias

<sup>(3)</sup>Mortalidade contabilizada no período de 8 a 35 dias

De acordo com Sousa (2013) a faixa de temperatura ideal estimada para codornas de corte até sete dias está entre 36 a 39° C, 27 a 30° C até os quatorze dias e 24° C a partir dos 21 dias de idade.

Os resultados de desempenho referente ao consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar de codornas de corte alimentadas com rações com substituições de parte da proteína bruta da ração pela proteína do farelo de crambe nas fases inicial e de crescimento (8 a 21 e 22 a 35 dias de idade) apresentam-se na tabela 5.

Tabela 5. Médias do desempenho de codornas de corte alimentadas com substituição de parte da proteína bruta da ração pela proteína do farelo de crambe

Variáveis	Substituição da proteína bruta da ração pela proteína do crambe (%)					
	8 a 21 dias de idade					CV*(%)
	0	3	6	9	12	
Consumo de ração (g)	182,083	171,415	156,264	164,671	177,039	12,179
Ganho de peso (g)	118,679	114,352	115,589	114,841	117,435	3,222
Conversão alimentar (g/g)	1,539	1,518	1,352	1,459	1,507	14,141
Variáveis	22 a 35 dias de idade					CV*(%)
	0	3	6	9	12	
	0	3	6	9	12	CV*(%)
Consumo de ração (g)	277,358	272,051	281,179	274,897	292,000	6,398
Ganho de peso (g)	106,769	104,405	103,923	102,163	109,307	5,572
Conversão alimentar (g/g)	2,601	2,604	2,709	2,823	2,674	5,680

\*CV= coeficiente de variação

Observou-se que o consumo de ração, o ganho de peso e a conversão alimentar na fase de 8 a 21 dias não foram influenciados ( $P \geq 0,05$ ) pela substituição de parte da proteína bruta da ração pela proteína bruta do farelo de crambe. No entanto, obtivemos estimativas elevadas para os coeficientes de variação para o consumo de ração e conversão alimentar das aves e esse fato pode ter dificultado a expressão de resultados significativos estatisticamente.

Para a fase de crescimento (22 a 35 dias), também não houve efeito significativo ( $P \geq 0,05$ ) para o desempenho das codornas alimentadas com substituição de parte da proteína bruta da ração pela proteína bruta do farelo de crambe.

Os resultados encontrados sugerem que a fonte proteica, farelo de crambe, foi metabolizado pelas codornas, pois não houve efeito negativo no desempenho das aves quando comparado ao tratamento sem o farelo de crambe. Assim sendo, é possível afirmar que o farelo de crambe é um subproduto capaz de substituir a contento parte da proteína bruta da

ração sem causar queda no desempenho de codornas de corte. Mesmo sendo um alimento com um teor de fibra mais elevado (21%), que poderia ter influenciado o desempenho produtivo, neste estudo, não foi observado nenhum efeito do uso do farelo de crambe nas rações. Portanto, o farelo de crambe possui características nutricionais que pode torná-lo suscetível ao uso na alimentação de codornas europeias; porém, existem particularidades como alguns fatores antinutricionais que precisam ser estudados para a melhor indicação desse subproduto nas rações de animais monogástricos.

Resultado semelhante foi observado para jundiá (*Rhamdia quelen*) em que Pretto (2013), avaliou a substituição de 20% da proteína animal presente na ração pela proteína do farelo de crambe e observou que os animais alimentados com as dietas com farelo de crambe *in natura* e farelo de crambe tratado quimicamente não diferiram entre si, nas características de desempenho, em relação ao tratamento controle.

Ao avaliar três níveis de inclusão de farelo de crambe em dietas de frangos de corte (5, 10 e 15%), Ledoux et al. (1999) concluíram que a adição do farelo de crambe não influenciou na qualidade da carne e no ganho de peso dos frangos, até ao nível de inclusão de 5% na ração.

Pietro (2013) avaliando o desempenho de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) com 6, 12, 18 e 24% de substituição de proteína do farelo de soja pela proteína do farelo de crambe, observou que não houve efeito significativo para o desempenho até 6% de substituição. No entanto, os peixes apresentaram menor ganho de peso quando foram alimentados com o nível de 24% de substituição.

Os valores médios de rendimento de carcaça, de peito e de coxa + sobrecoxa encontram-se na tabela 6.

Tabela 6 - Valores médios de peso vivo (PV), rendimento de peito (RP), de coxa + sobrecoxa (RC+SC) e de carcaça (RC) de codornas de corte alimentadas com níveis de substituição de parte da proteína bruta da ração pela proteína farelo de crambe

Variáveis	Substituição da proteína bruta da ração pela proteína do crambe (%)					
	0	3	6	9	12	CV* (%)
PV (%)	276,50	283,78	271,17	283,11	287,39	3,526
RP (%)	83,00	86,00	84,33	86,00	83,33	4,489
RC+SC (%)	47,00	49,17	46,33	47,50	47,80	4,082
RC (%)	231,00	232,50	224,66	232,16	236,33	3,318

\*CV= coeficiente de variação

Observou-se que o peso vivo, o rendimento do peito, de coxa + sobrecoxa e de carcaça das codornas aos 35 dias de idade não apresentaram diferenças ( $P \geq 0,05$ ), em relação aos níveis de substituição da proteína bruta da ração pela proteína do farelo de crambe. Portanto, pode-se considerar que o farelo de crambe é um alimento que pode ser utilizado para codornas de corte, pois não houve interferência quanto ao peso vivo final e rendimento dos cortes nobres das aves em relação à ração controle.

De forma similar, Pietro (2013) avaliando o farelo de crambe em rações para tilápias do Nilo, observou que não houve efeito da substituição do farelo de soja pelo farelo de crambe, para os rendimentos de filé e de carcaça, apresentando um rendimento dentro da faixa de variação da espécie, entre os diferentes níveis de substituição.

Existem poucos estudos relacionados ao uso do farelo de crambe na alimentação de monogástricos e esse alimento possui algumas características favoráveis, e pode ser considerado um subproduto com potencial de uso na ração de codornas de corte. Entretanto, ainda faltam informações quanto à influência na saúde dos animais. Assim, é necessário mais estudos que avaliem maiores inclusões do farelo de crambe e que investiguem mais variáveis biológicas.

O cálculo da análise de rentabilidade do uso do farelo de crambe como fonte proteica em substituição parcial da proteína bruta da ração encontram-se na tabela 7.

As rações em que parte da proteína bruta foi substituída pela proteína do farelo de crambe (6 e 12%), obtiveram maiores resultados de renda bruta média, com melhor resultado para o tratamento com 12% de substituição pela proteína do farelo de crambe (T5).

Tabela 7 - Análise de rentabilidade econômica das rações experimentais de codornas de corte alimentadas com níveis de substituição de parte da proteína bruta da ração pela proteína farelo de crambe aos 35 dias de idade

Tratamento <sup>1</sup>	RBMe (R\$/ave)	CMAe (R\$/ave)	MBMe (R\$/ave)	IR (%)
0	8,55	7,11	1,43	0,20
3	8,18	6,94	1,24	0,17
6	8,60	6,90	1,44	0,21
9	8,44	6,99	1,12	0,16
12	8,77	7,51	1,07	0,14

<sup>1</sup>Níveis de substituição da proteína da ração pela proteína do farelo de crambe; RBMe: Renda Bruta Média; CMeA: Custo Médio de Arraçoamento; MBMe: Margem Bruta Média; IR: Índice de Rentabilidade.

O custo médio de arraçoamento para o tratamento controle (0%) e o nível de 12% de substituição pela proteína do crambe, foram superiores aos demais tratamentos. Para o

tratamento com 12% de substituição, o maior nível de suplementação de óleo de soja e aminoácidos industriais justificam o maior custo médio da ração.

O índice de rentabilidade indica o retorno obtido em cada real gasto com o quilo da ração consumida pelas codornas e esse índice foi maior para o tratamento contendo 6% de substituição de parte da proteína da ração pela proteína do farelo de crambe (T3). Esse valor foi superior à ração controle (T1) contendo farelo de soja como a principal fonte proteica. O tratamento com 12% de substituição de parte da proteína da ração pela proteína do farelo de crambe apresentou alta receita bruta média, no entanto, obteve alto custo de arrazoamento que resultou em um índice de rentabilidade menor, implicando em perda da eficiência econômica.

#### **4. Conclusão**

O farelo de crambe pode ser utilizado na alimentação de codornas de cortes nas fases inicial e de crescimento até o nível de 12% de substituição de parte da proteína bruta da ração. Pela análise de rentabilidade econômica, 6% de substituição pela proteína do farelo de crambe apresenta melhor índice de rentabilidade.

## 5. Referências bibliográficas

LEDOUX, D.R. et al. Effects of feeding crambe meal upon intake, gain, health and meat quality of broiler chicks. **Animal Feed Science and Technology**, v.76, p.227-240, 1999.

PIETRO, P.S. **Farelo de crambe em rações para tilápia do Nilo**. Dissertação de Mestrado – UFGD, 73f. 2013.

PITOL, C. et al. **Tecnologia e produção: crambe 2010**. Maracaju: Fundação MS, 2010. 60 p.

PRETTO, A. **Detoxificação de farelos de crambe e tungue e avaliação na resposta nutricional do jundiá (*Rhamdia quelen*)**. 2013. 175f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Curso de Pós Graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Santa Maria, RS.

SILVA, J.H.V.; COSTA, F.G.P. **Tabelas para codornas japonesas e européias**. Ed: Funep SP, 3ªed. Jaboticabal – SP, 2009, p.79 – 82.

SOUSA, M.S. **Determinação das faixas de conforto térmico para codornas de corte de diferentes idades**. Dissertação (Mestrado) – UFV, 76f. 2013.

TOGASHI, C.K. **Teores de colesterol e ácidos graxos em tecidos e soro de frangos de corte submetidos a diferentes programas nutricionais**. Campos dos Goytacazes, 2004. 97p. Tese (Doutorado em Zootecnia)- Universidade Estadual do Norte Fluminense/RJ. 2004.